自動排汙過濾系統之研發及應用於
設施廢水處理之研究

黃禮棟 *、邱相文 **、鄭皓文 ***
* 農委會農業試驗所農業工程組研究員
** 農委會農業試驗所農業工程組助理研究員
*** 農委會農業試驗所農業工程組研發替代役

一、摘要

本計畫擬研究開發碟片式自動排汙過濾系統及管理控制模組雛形，應用於農業設施之水耕灌溉用水，將過濾回收廢水利用自動逆洗以防止過濾系統堵塞而降低處理能力，以節約農業設施用水量，減少缺水之壓力。本系統目前已完成自動過濾系統設計階段，利用廢水通過疊片過濾器的進水口進入疊片後再通過濾芯內部，意即水中一些較大的雜質被阻擋在過濾疊片的外部進行表層過濾後，水流再通過疊片之間的縫隙（通道大小由疊片凹槽限制）深入濾芯內，對進入之較細雜質進行深層過濾，過濾完畢的水被引向出水口，重新進入水循環系統。過濾後之水流反方向進入過濾器，先通過濾芯，之後沖刷壓縮之疊片使其鬆開，實施反洗排污作用，固體雜質藉由排污管排出。另外，管理控制模組程式部分，利用 PLC 控制器連接 NC 螺旋管，負責傳遞反洗訊號，使電力訊號轉換為水壓力訊號，負責供給三向液壓閥，藉由三向液壓閥的開啟動作，使內部活塞排水，且關閉過濾的進水口，又將過濾器的內部與排污管相連，使得出水管裡的被過濾水從過濾階段相反的方向進入過濾器，產生自動反洗功能，應用於農業設施灌溉放流水之過濾回收及設備之自動逆洗以防止過濾系統堵塞而降低處理能力，以節約農業設施用水量，減少缺水之壓力，初期目標為達到每小時處理 100 噸放流水之目標。

關鍵字：水質處理、逆洗排污、自動控制。

二、前言

隨著全球氣候變遷日益嚴重，近年來旱象發生頻繁，國內農業栽培面臨衝擊，導致農民生產困難，產銷失衡。因此，有效利用農業灌溉用水、流放水、養液廢水...等水資源極為重要。近年來由於灌溉渠道之中、下游部分受到都市家庭汙水以及畜牧、工業廢汙之排入，汙染情形嚴重，時有糾紛，尤其發生數起因灌溉水質受重金屬汙染，使得露天土耕栽培作物受影響，導致稻米與農作物必須銷毀，引起各方關切。民以食為天，健康生產農作物為當務之急，乾淨的水資源才是解決之道。

內政部營建署與經濟部(2011)水利署將在臺中、臺南及高雄等水情較吃緊地區，合作推動公共污水處理廠放流水回收再利用，其中以葉(2014)研究高雄市鳳山溪污水處理廠作為示範案例，將放流水經薄膜處理後，供給臨海工業區工業用水，以增加水資源利用效率並穩定當地供水。已有許多文獻(Huang et al., 2011；江等人，2013；吳和焦，2008)探討利用放流水回收再利用的可行性，然而大多數的研究皆採用模擬廢水作為待處理水源，雖然可因此降低水質波動的影響且研究過程較容易控制，然而若應用這些研究的結論在實廠的規畫上，將產生落差。因此本研究將在本所裝設一套碟片式自動排汙過濾系統，來探討產水率、逆洗頻率、操作壓力與水質淨化程度等操作條件，對於操作成本、處理水量與過濾精度的影響，並建立通用性模組化元件。

三、材料與方法

裝設位置為本所植物工廠之水耕養液循環系統，將植栽吸收利用後排放之養液廢水收集，經由逆洗排汙之智慧型節水灌溉過濾管理系統過濾，淨化水質潔，回收再利用，達到節水節能。

3.1 模組化灌溉水收集設備

通過疊片過濾器的進水口進入疊片後再通過濾芯內部，意即水中一些較大的雜質被阻擋在過濾疊片的外部進行表層過濾後，水流通過疊片之間的縫隙（通道大小受疊片凹槽限制）深入濾芯內，對剩餘的雜質進行深層過濾，過濾完畢的水被引向出水口，重新進入水循環系統。

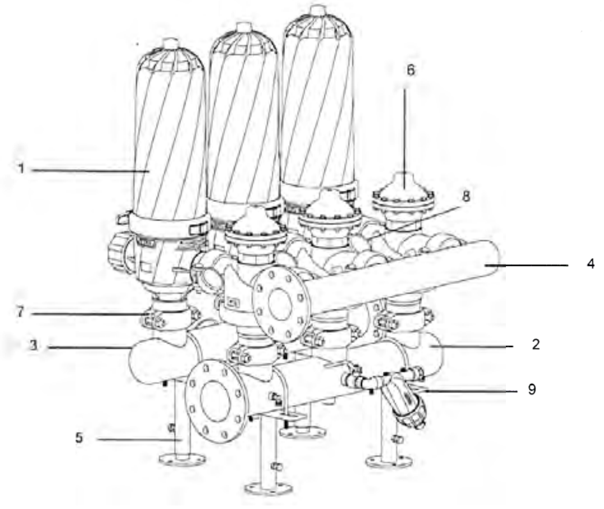
3.2 建置自動逆洗排汙管理控制模組

利用穩壓閥信號的提前時間，允許在逆洗周期開始前進行壓力調節，如果設備沒有設定參數，可將預設值設為 0 秒。過濾系統所持續的逆洗時間，可以設定參數，每次過濾所設置的時間一致，在設定周期內，會依控制程序進行過濾，如遇到正在進行逆洗的過濾排程到下一個過濾排程開始逆洗之間的時間，在這個時間之內系統會切斷所有的出水口(總出水口)。反洗階段間隔時間建立逆洗過濾最小頻率須要能設定之參數值。為了使水壓值達到設定參數，進行逆洗階段，壓差計延遲設定為壓差計相應的進水口持續關閉連接所需要的時間。這是一個為了避免過濾系統進行非必要的逆洗作業(運行)的獨立控制點。

四、結果與討論

本研究開發碟片式自動排汙過濾系統及管理控制模組雛形，如圖 1 所示，應用於農業設施之水耕灌溉用養液排放水，將過濾回收廢水利用自動逆洗以防止過濾系統堵塞而降低處理能力，以節約農業設施用水量。本系統目前已完成自動過濾設計階段，利用廢水通過疊片過濾器的進水口進入疊片後再通過濾芯內部，意即水中一些較大的

雜質被阻擋在過濾疊片的外部進行表層過濾後，水流通過疊片之間的縫隙（通道大小受疊片凹槽限制）深入濾芯內，對剩餘的雜質進行深層過濾後，過濾完畢的水被引向出水口，重新進入水循環系統。過濾後之水流反方向進入過濾器，先通過濾芯，之後沖刷疊片使其鬆開壓縮，實施反洗排污作用，固體雜質藉由排污管排出。另外，管理控制模組程式部分，利用 PLC 控制器連接 NC 螺旋管，負責傳遞反洗訊號，使電力訊號轉換為水壓力訊號，負責供給三向液壓閥，藉由三向液壓閥的開啟動作，使內部活塞排水，關閉過濾的進水口，將過濾器的內部與排污管相連，使得出水管裡的被過濾水從過濾階段相反的方向進入過濾器，產生自動反洗功能。



自動排汙過濾系統組件	
代號	元件名稱
1	自動離心式過濾器
2	進水管
3	出水管
4	排污管
5	支架
6	三向液壓閥
7	3”接口套件
8	壓力錶
9	輔助過濾器組件 3/4”

圖 1、自動排汙過濾系統設計圖

4.1 自動過濾系統設計

如圖 2 所示，廢水通過疊片過濾器的進水口進入疊片後再通過濾芯內部，較大的雜質在表層被濾除，水流再通過疊片間隙深入濾芯內，進行較細雜質深層過濾，之後流向出水口，重新進入水循環系統。反洗排污作用則是過濾後之水流反方向進入過濾器，先通過濾芯，之後沖刷疊片使其鬆開，固體雜質藉由排污管排出。

控制三階度如下所列：

1. 過濾階段：當廢水流進入彈桶形過濾器中，疊片壓縮，通過疊片閥門組底部的螺旋盤列時，水流經過高速旋轉，產生離心的螺旋效果，使水中染質遠離疊片。水流則通過疊片再進入濾心做更深層過濾。
2. 反洗階段：過濾後之水流反方向進入過濾器，先通過濾芯，之後沖刷疊片使其鬆開，實施反洗作用，固體雜質由排污管排出。
3. 重複循環階段:過濾器的疊片再次被壓緊，進入過濾階段。

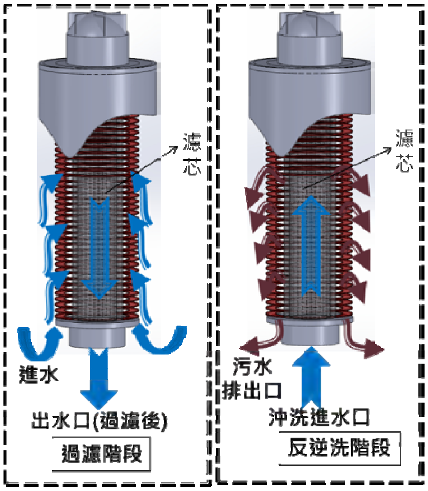


圖 2、自動逆洗過濾器之核心技術圖

4.2 自動逆洗管理控制模組程式

PLC 控制器連接 NC 螺旋管，負責傳遞反洗訊號，使電力訊號轉換為水壓力訊號，負責供給三向液壓閥。藉由三向液壓閥的開啟動作，使內部活塞排水，關閉過濾進水口，將過濾器的內部與排污管相連，使得出水管裡的被過濾的水從過濾階段相反的方向進入過濾器，產生自動反洗功能，其電路規劃如圖 3 所示，。

完成環境調控設施與外界交互通訊及監控技術開發，確保環控模組狀態可及時由外界裝置監控。此技術與遠端通訊結合，可擴大應用至多種相關產業，如保全系統等。完成多點電源備援硬品電路線路製作與功能驗證，完成此技術後，可推廣至所有對可靠度要求極高之產業，如醫院維生系統、重要設施場所監控、長期無人看守監控等場合。

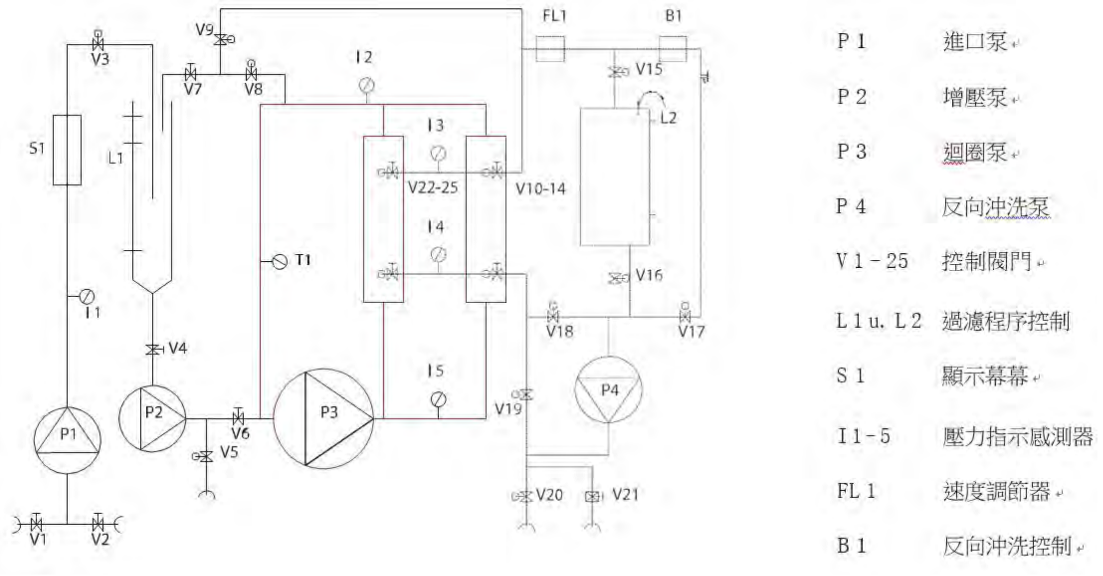


圖 3、自動逆洗管理控制系統電路圖

五、結論

已有許多文獻探討利用放流水回收再利用的可行性，然而大多數的研究皆採用模擬廢水作為待處理水源，雖然可因此降低水質波動的影響且研究過程較容易控制，然而若應用這些研究的結論在實際場域規畫，將產生落差。本研究開發碟片式自動排汙過濾系統及管理控制模組雛形，應用於農業設施灌溉放流水之過濾回收及設備之自動逆洗以防止過濾系統堵塞而降低處理能力，以節約農業設施用水量，減少缺水之壓力，初期目標為達到每小時處理 100 噸放流水之目標，使設施農業能達永續經營之目標。

六、致謝

本研究感謝農委會自動排汙過濾系統之研發及應用於設施廢水處理之研究計畫(106 農科-12.4.1-農-CA)的支持，特表謝意。

七、參考文獻

1. Huang C.J., Yang B.M., Chean K.S., Chang C.C., Kao C.M., 2011, “Application of membrane technology on semiconductor wastewater reclamation: A pilot-scales study” , Desalination, vol.278, pp.203-210, September.
2. 江家菱，朱敬平，烏春梅，吳容銘，鍾裕仁，黃欣栩，2013，“中空絲超過濾膜膠體性阻塞趨勢與系統效能之評估”，中興工程季刊，119 期，頁 95~99，4 月。
3. 吳勇興，焦士榮，2008，“工業廢水薄膜過濾處理膜廠研究”，中興工程季刊，108 期，頁 39~44，10 月。
4. 葉志泓，2014，生活污水廠利用薄膜處理效益評估研究-以鳳山溪污水處理廠為例，高雄第一科技大學，碩士論文。

   經濟部工業局，2011，“產業節水與水再生技術手冊”，經濟部，頁 1~200，11 月。